



## Fra atomer til vindmøller: Materialemodellering i verdensklasse

Lassen, Lisbeth

*Publication date:*  
2017

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Lassen, L. (2017). Fra atomer til vindmøller: Materialemodellering i verdensklasse.  
<http://www.mek.dtu.dk/nyheder/2017/07/materialemodellering-i-verdensklasse?id=0731a8ff-788d-458d-952d-66da65112d79>

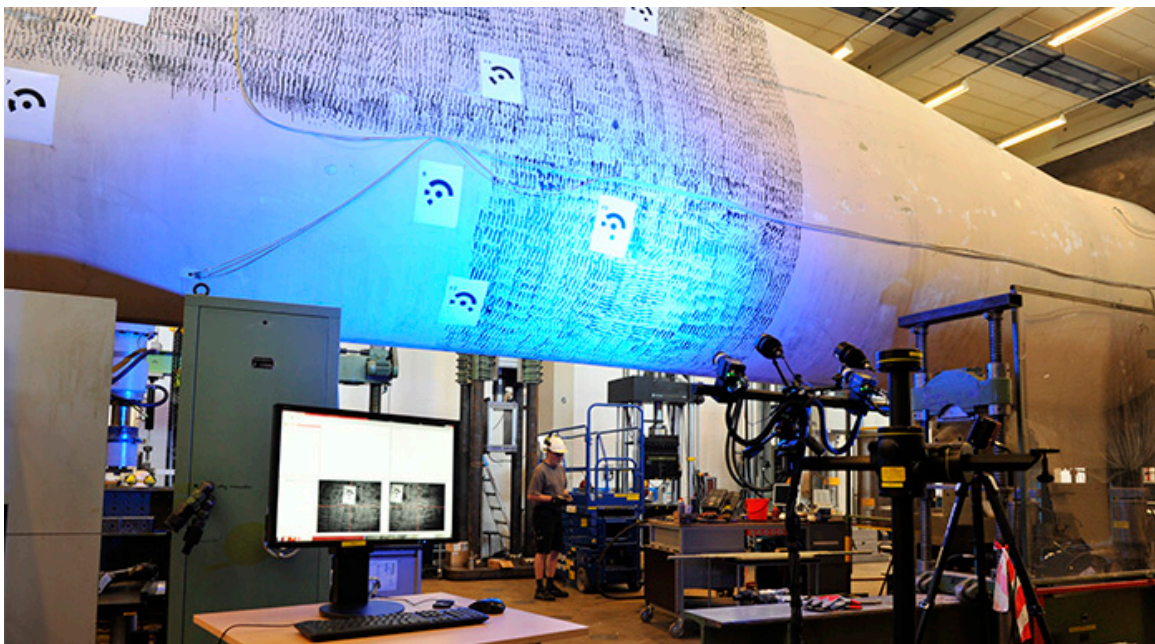
---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



## Fra atomer til vindmøller: Materialemodellering i verdensklasse

TORSDAG 13 JUL 17

Af [Lisbeth Lassen](#)

Hvilke egenskaber har materialer og hvordan opfører de sig under forskellige belastninger og omstændigheder? Hvis man har pålidelige modeller som kan forudsige det, så kan det også lade sig gøre at fremstille emner og materialer med de nødvendige egenskaber og dimensioner. På DTU Mekanik findes der en stærk tradition for et fagligt samarbejde, der skaber forskning i verdensklasse indenfor materialemodellering på alle skalaer, fra atomart niveau til fuldskala emner.

Samarbejdet indeholder mange muligheder for fremtiden, blandt andet i kraft af det nye forskningsstrategiske samarbejde omkring fyrtårnsmiljøet for hårde materialer, hvor 3D materialemodellering og 3D materialekarakterisering samles i forbindelse med nye faciliteter som ESS, European Spallation Source, og MAX IV i Lund.

### **REWIND Centeret: Materialemodellering af vindmøllekomponenter**

Tre sektioner på instituttet, MPP (Proces- og Produktionsteknologi), MTU (Materiale- og Overfladeteknologi) og FAM (Faststofmekanik), har allerede et stærkt samarbejde i forbindelse med materialemodellering, blandt andet i forbindelse med centeret REWIND som blev etableret i starten af 2011 og støttet af Det Strategiske Forskningsråd.

Indenfor REWIND har forskningen drejet sig om at kortlægge sammenhængen mellem materialevalg, procesvalg og hvad der sker med de metalliske vindmøllekomponenter i nacellen under de meget voldsomme mekaniske belastninger, som de udsættes for når vindmøllen er i brug. En vindmølle er nemlig udsat for belastninger fra vinden og fra gravitationen, og begge dele i tæt kombination med rotorens

omdrejninger og i samspil med generatoren i nacellen. Belastningerne kan føre til brud før tid i enkelte komponenter, eller større havarier for hele vindmøllen.

Grunden til problemerne skal ofte findes i hvordan komponenterne oprindeligt er blevet designet og fremstillet, for her findes vigtige årsager til hvordan materialet opfører sig under drift. Det kan for eksempel være støbeprocessen af rotores hjulnav og hovedakslen, og smedningen af hovedlejer og geardele. Både støbningen og smedningen er processer som kan forårsage en uensartet indre struktur i materialerne, og deraf følgende spændingskoncentrationer som kan have en negativ indflydelse for komponenterne under den efterfølgende brug. Derfor har forskningen i centeret taget udgangspunkt i hele kæden ”materialer – processer – komponenter – belastninger – performance”, for at man på længere sigt kan opnå en bedre pålidelighed og holdbarhed af hele vindmøllen.



I REWIND har forskerne blandt andet testet og lavet modeller for de metalliske komponenter i nacellen.  
Foto: Colourbox.

### **Nyudviklede materialemodeller giver indsigt i komponenternes performance og levetid**

Siden REWIND Centeret begyndte i 2011, har de forskellige forskningsprojekter leveret ny indsigt til en bedre forståelse af samspillet mellem materialer, fremstillingsprocesser og efterfølgende belastninger. Helt konkret vil det sige, at man for eksempel har udviklet numeriske modeller for simulering af fremstillingen og materialeopførslen af de metaldele i vindmøllens nav og drivetrain, som udsættes for hårde belastninger. Man har også udviklet modeller for materialernes pålidelighed og forventede levetid, på baggrund af mekaniske test og undersøgelser af mikromekaniske defekter.

Endelig er der også udviklet modeller til beskrivelse af forholdet mellem forskellige overfladebehandlinger og materialets mikrostruktur og deres indflydelse på de mekaniske egenskaber. Man er også kommet frem til en bedre forståelse af hvordan udmattelsesbrud udvikles, dels via numerisk modellering og eksperimentelle observationer. Det er sket via de udviklede modeller for støbe- og smedeprocesserne som har givet nye input til udmattelsesopførslen så man er i stand til at kunne forudsige den færdige komponents mekaniske egenskaber og forbedre dem.

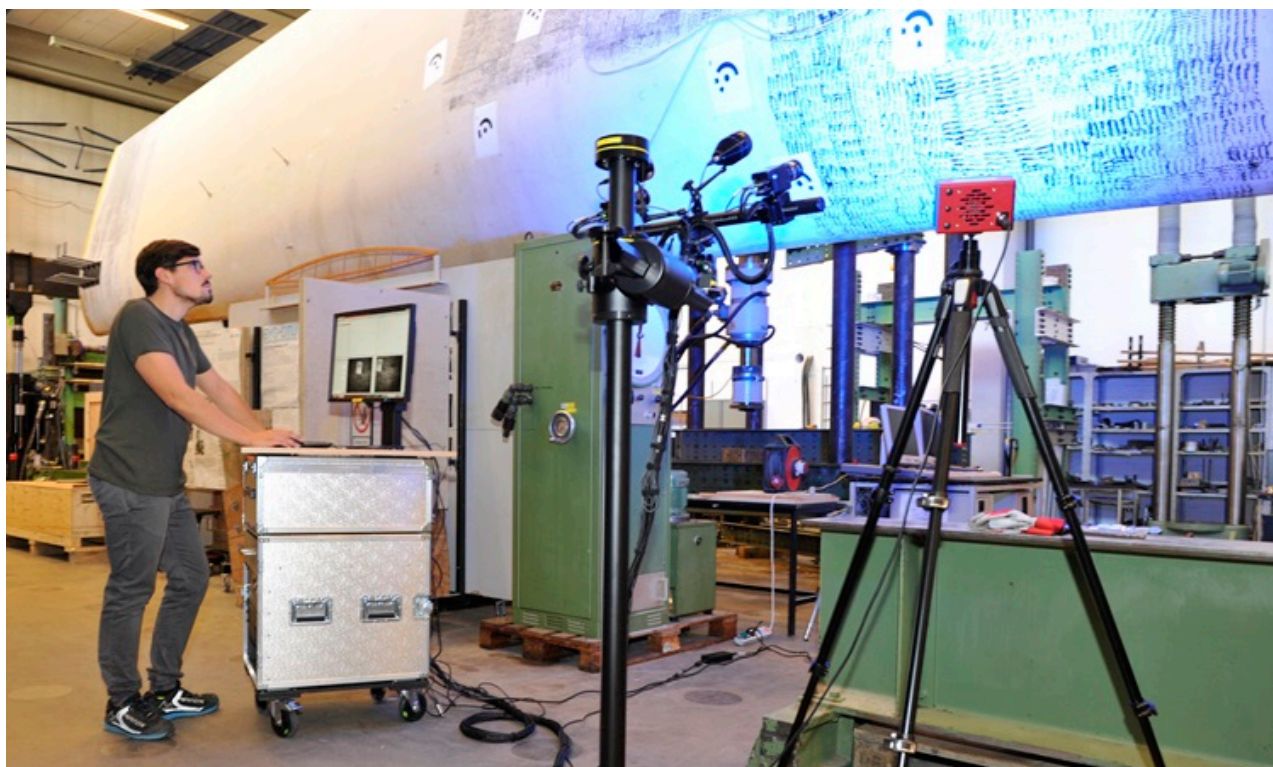
De mange nye modeller er redskaber som vil give en langt bedre forståelse af hvilken ydeevne og levetid, man reelt kan forvente af de forskellige komponenter hos vindmøllen.

”Udviklingen af modellerne sker ud fra et ønske om at kunne beskrive de bagvedliggende multifysiske forhold, det vil sige varmetransmission, termiske og faststof-, fluid- og materialemekaniske problemstillinger, og det kræver et stærkt samarbejde mellem de forskellige sektioner her på instituttet,” siger professor og sektionsleder for Proces- og Produktionsteknologi, Jesper Hattel.

### **Materialemodellering og de nye testfaciliteter**

For at modeller for materialeopførslen under forskellige forhold og belastninger skal blive så præcise som muligt, så har det stor betydning at man tilpasser dem ud fra informationer som indsamles med forsøg og testopstillinger. Det er blandt andet sket i CASMaT, Villum Center for Advanced Structural and Material Testing på DTU, hvor man kan undersøge materialer og komponenter lige fra fuldskala, for eksempel vindmøllevinger, og til test på mikro- og nanoskala niveau med elektronmikroskopi.

”Villumcenteret er en vigtig brik i det samlede billede,” fortæller professor og sektionsleder for Faststofmekanik, Christian Niordson, ”her kan vi nemlig teste komponenterne i fuldskala og udsætte dem for store belastninger så vi får indsigt i brudmekanismer og mekaniske egenskaber.”



Testopstilling med vindmøllevinge, CASMaT. Foto: Flemming Jørgensen.

Som en del af samarbejdet vil forskerne også få adgang til de nye faciliteter i Lund, ESS og MAX IV, og på den måde forbedres mulighederne nu for at tilpasse de materialemodeller som udvikles på DTU, ud fravalidering på alt fra atomart til mikro-niveau.

”Den store internationale bølge indenfor materialeforskning er Integrated Computational Materials Engineering, som betyder at man øger anvendelsen af materialemodellering for designe materialer fra atomart til makro skala for at skære ned på trial-and-error metoden som før har været fremgangsmåden ved udvikling af nye materialer og processering til nye produkter,” siger professor og sektionsleder for Materiale- og Overfladeteknologi, Marcel Somers.



"Dette kræver at vi har pålidelige materialemodeller og de står derfor i fokus; eksperimentelle testfaciliteter som CASMaT, ESS og MAXIV er uundværlige for validering og optimering af de numeriske modeller."

### Fakta om CASMaT

CASMaT, Villum Center for Advanced Structural and Material Testing, er et samarbejde mellem DTU Mekanik, DTU Vind og DTU Byg. Testcenteret blev til med en donation på 76 mill. kr. fra Villum Fonden. Udstyret i centeret består dels af udstyr doneret af Villum Fonden, dels af eksisterende udstyr på DTU. DTU og Bygningsstyrelsen finansierer to nye bygninger, som opføres på Lyngby og Risø Campus. [Læs mere her.](#)

### Digitalisering og materialemodellering

Når man først har udviklet materialemodellerne, så kan man bruge dem til at forudsige hvordan en et materiale vil opføre sig under bestemte produktionsforhold, og senere hvordan den fremstillede komponent arter sig under forskellige belastninger når den er taget i brug. Denne kæde indgår som en vigtig del af det man kalder komponentens digitale tvilling.

"De tre sektioner MPP, MTU og FAM ser på det fysiske produkt og den digitale repræsentation af det via numeriske modeller," fortæller Jesper Hattel, "hvorimod produktionen på systemniveau med beskrivelse af produktflow og den tilhørende planlægning adresseres af sektionen P&K, samt af DTU Management Engineering. Vi ser på produktionskæden, det vil sige fra fremstillingen hvor man vælger design, materialer og produktionsform, til den konkrete produktion og frem til brugen af produktet eller komponenten."

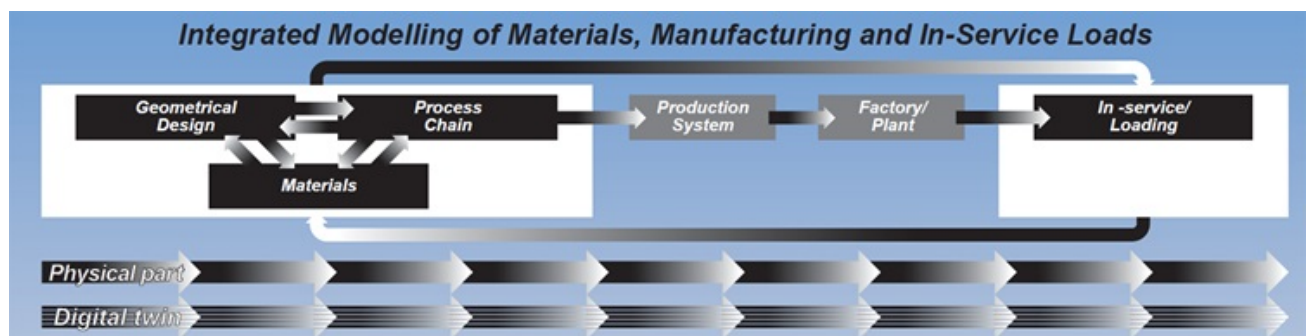


Illustration: den fysiske del og digital twin delen. Illustration: Jesper Hattel.

Når man taler om den digitale tvilling, så er det altså ikke bare i forhold til komponenten eller produktet i sig selv, men til hele den sammenhæng som det indgår i. Så materialemodellering har store perspektiver set i sammenhæng med hele digitaliseringen af produktionsindustrien. Det kan nemlig give et overblik over produktionsprocessen i realtid, at man kan indarbejde nye design løbende, teste design og komponenter virtuelt inden de produceres og tages i brug, og selve produktionen kan justeres undervejs når man opfanger fejl.

### FORSK2025

Styrelsen for Forskning og Uddannelse har d. 30. juni udgivet rapporten FORSK2025. Rapporten peger på en lang række emner som er relevante i forbindelse med strategiske forskningsmidler. Læs mere om [FORSK 2025 her.](#)

### Fakta om REWIND

Centeret blev startet i 2011 med et samlet budget på 50 Mkr og en bevilling på 30 Mkr fra det daværende strategiske forskningsråd DSF (nuværende Innovationsfonden) og afsluttes i 2017. Centeret har ansat 8 ph.d.'er og 7 postdocs. De

12 partnere består af 5 universitetsenheder: DTU Mekanik, DTU Vind, Aalborg University, Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie, Inst. für Angew. Materialforschung, og Michigan State University. Industripartnere: DONG Energy, VATTENFALL, , VESTAS Wind Systems, Global Castings, MAGMA GmbH. Læs mere om [REWIND](#) her.